

Математическое и компьютерное моделирование системы обездвиженных феррочастиц, расположенных в узлах правильной кубической решетки

Сокольский С. А.¹, Соловьева А. Ю.¹, Елфимова Е. А.¹

¹Институт Естественных Наук и Математики, Уральский Федеральный Университет,
Ул. Ленина 51, 620000 Екатеринбург, Россия

Электронная почта ответственного автора: sokolsky2304@gmail.com.

В данной работе методами математического и компьютерного моделирования исследуется влияние межчастичного диполь-дипольного взаимодействия на термодинамические и магнитные свойства ансамбля неподвижных монодисперсных суперпарамагнитных частиц, расположенных в узлах простой кубической решетки. Рассмотрено два случая ориентаций осей легкого намагничивания: параллельно (Рис. 1 (а)) и перпендикулярно (Рис. 1 (б)) направлению внешнего магнитного поля H .

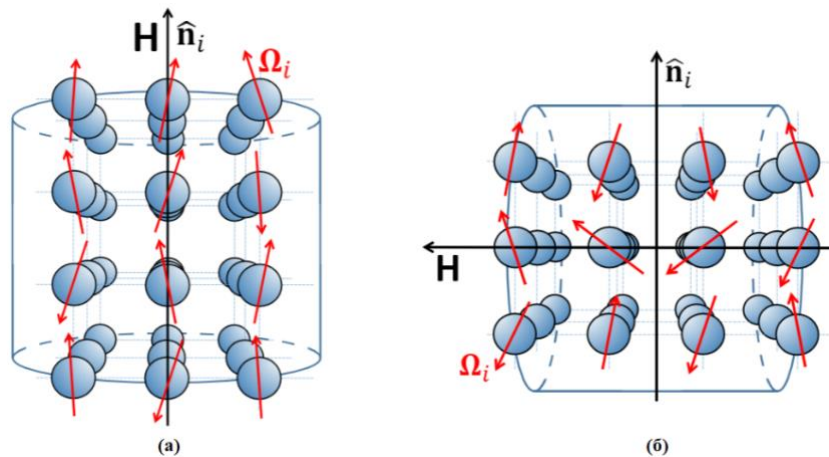


Рисунок 1 – Монодисперсная система неподвижных суперпарамагнитных феррочастиц, размещенных в узлах простой кубической решетки во внешнем магнитном поле для параллельной (а) и перпендикулярной (б) конфигураций (Ω_i - направление магнитного момента)

Используя вириальное разложение свободной энергии Гельмгольца, удалось теоретически определить намагниченность и начальную магнитную восприимчивость системы. Для определения области применимости построенной теории было проведено компьютерное моделирование магнитных свойств исследуемой модели. Оказалось, что даже в отсутствие внешнего магнитного поля при определенных параметрах наблюдалось упорядочение магнитных моментов частиц в антипараллельные цепи, которые прорастали в симуляционной ячейке вдоль направления осей анизотропии. Такое структурирование магнитных моментов вело к резкому снижению начальной магнитной восприимчивости всей системы. Построенная теория оказалась способной описать магнитный отклик системы только в той области параметров, где не наблюдалось спонтанного упорядочения магнитных моментов.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 20-02-00358).